

ASPECTOS MORFOLOGICOS VEGETATIVOS Y REPRODUCTIVOS DE
DERMONEMA (RHODOPHYCEAE: LIAGORACEAE) EN MEXICO

FRANCISCO F. PEDROCHE¹

Depto. de Hidrobiología
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa
Apdo. Postal 55-535
09340 México D.F.

y

ALEJANDRINA AVILA ORTIZ
Carrera de Biología
Facultad de Estudios Superiores-Zaragoza, UNAM
Apdo. Postal 9-029
09230 México D.F.

RESUMEN

En el presente trabajo se revisan los aspectos morfológicos, vegetativos y reproductivos, del género *Dermonema*, en la costa del Pacífico tropical mexicano. Entre ellos destacan: la construcción del talo, integrada por células laxas organizadas en corteza, subcorteza y médula; el origen subapical de las ramas espermatangiales; la formación lateral de ramas carpogoniales; gonimoblasto compuesto por filamentos simpodiales y la transformación directa de las células terminales de estos filamentos, en carposporas. No se observó la fase tetrasporofítica. Este género se manifiesta principalmente en las aguas cálidas y en México se distribuye desde Isla Idefonso, en el Golfo de California, hasta Puerto Angel en el estado de Oaxaca. Habita la zona mesomareal alta en lugares con mucha agitación y se desarrolla, en general, con vigor entre abril y septiembre. El espécimen tipo de *Nemalion virens* J. Agardh fue examinado y resultó ser coespecífico con el alga previamente conocida como *Dermonema frappieri* (Montagne et Millardet) Boergesen, por lo que se establece la nueva combinación: *Dermonema virens* (J. Agardh) Pedroche et Avila Ortiz.

ABSTRACT

Morphological and reproductive features of the genus *Dermonema* from the tropical Pacific coast of Mexico are reviewed in this report. The chief ones are: thallus construction, in which lax cells integrate well defined cortical, subcortical, and medullar zones; spermatangial branches arising from subapical cells; carpogonial branches having a lateral origin; gonimoblasts being composed of diffuse sympodial filaments in which terminal cells are transformed directly into carpospores. The tetrasporangial phase was not observed. This genus shows preference for warm waters and is distributed in Mexico from Isla Idefonso in the Gulf of California to Puerto Angel, Oaxaca. The plants live in the upper intertidal splashing zone with strong wave action and are vigorous between April and September. The type material of *Nemalion virens* J. Agardh was examined and found to be conspecific with the alga previously known as *Dermonema frappieri* (Montagne et Millardet) Boergesen. Consequently the new nomenclatural combination *Dermonema virens* (J. Agardh) Pedroche et Avila Ortiz, is established.

¹Dirección actual: University Herbarium, University of California, 1001 VLSB # 2465, Berkeley, CA 94720-2465, USA.

INTRODUCCION

El género *Dermonema* (Rhodophyceae: Liagoraceae) ha sido registrado como un representante de la ficoflora marina pantropical (Kraft, 1981) y a la fecha se encuentran descritas cinco especies: *D. frappieri* (Montagne et Millardet) Boergesen, *D. pulvinatum* (Grunow) Fan, *D. divaricatum* Okamura et Segawa, *D. abbottiae* Afaq-Husain, Nizam. et Shameel y *D. zinovae* H. D. Nguyen (Desikachary, 1961; Nguyen, 1986; Yoshizaki, 1978; Silva, com. pers.).

De estas cinco especies, *D. frappieri* es la única que ha sido citada para México y parece ser un habitante típico de la porción tropical del Pacífico (obs. per.); sin embargo, debido a la estacionalidad de sus poblaciones y a la ausencia de descripciones amplias y detalladas, su conocimiento se reduce a registros escasos a lo largo de casi 150 años de trabajo ficológico en este litoral. En los trabajos consultados, aparece el nombre sin la descripción correspondiente o ésta se restringe exclusivamente al talo vegetativo (Dawson, 1954a, 1954b, 1954c, 1959; Huerta y Chávez, 1966; Chávez, 1972; Huerta, 1978; Candelaria, 1985; Flores Maldonado, 1986; Fragoso, 1991; González-González, 1993; Serviere-Zaragoza et al., 1993; Stout y Dreckmann, 1993; León-Tejera y González-González, 1994). Por otra parte, para México no existen trabajos que hayan abordado la descripción de sus estructuras reproductivas y de su comportamiento después y durante la fecundación, aunque se ha brindado, recientemente, información sobre estadios reproductivos (Huerta-Múzquiz y Mendoza-González, 1985; Mateo-Cid y Mendoza-González, 1991; Mendoza-González et al., 1994). Para otras regiones destacan las contribuciones de Boergesen (1937), Svedelius (1939), Kylin (1956), Desikachary (1961), Abbott y Doty (1964), Chiang (1971), Abbott (1976), Yoshizaki (1978) y Chaugule y Bodas (1991).

El nombre de *Dermonema* fue usado por primera vez por Greville, pero publicado válidamente mucho después por Heydrich (1894), quien brindó la descripción del género y lo ubicó en la familia Helminthocladiaceae del orden Nemaliales. Schmitz y Hauptfleisch (1896) establecieron una tribu (o subfamilia) para acomodar a *Dermonema*. En 1976, Abbott en un intento por reevaluar las características genéricas en diferentes familias del orden Nemaliales decidió elevar la subfamilia Dermonemeae a rango de familia creando el taxon Dermonemataceae. La justificación se basó en: a) el origen de las ramas carpogoniales, las cuales surgen de manera lateral a partir de filamentos corticales; b) la ausencia de filamentos estériles asociados al gonimoblasto (Desikachary, 1961); c) la condición difusa del gonimoblasto, en contraposición a la naturaleza compacta presente en otros miembros del grupo (Svedelius, 1939) y d) la conversión directa de las células terminales de los filamentos gonimoblásticos en carposporas. Kraft (1981) incluyó en el grupo cinco géneros: *Dotyophycus*, *Yamadaella*, *Liagoropsis*, *Dermonema* y *Cumagloia*, a los cuales Yoshizaki (1987) adicionó, posteriormente, *Patenocarpus*.

Más tarde, sin embargo, Abbott (1985) reconsideró su punto de vista y decidió que no era posible subdividir a la familia Liagoraceae [= Helminthocladiaceae (Silva, 1993)] en familias, subfamilias o tribus; tal opinión fue fortalecida por Kraft (1989), quien concluyó que varias de las características empleadas para distinguir subgrupos, entre ellos la familia Dermonemataceae, son resultado de homoplasia (características similares que han evolucionado por separado en líneas diferentes); un ejemplo de ello es la condición difusa

o compacta del gonimoblasto. De tal manera que no existen apomorfías restringidas (autoapomorfías) que definan a esta familia como un grupo monofilético.

En el presente trabajo se anotan los resultados de la observación de caracteres morfológicos y de los atributos reproductivos que muestran los talos vegetativos y gametofitos del género *Dermonema* en México. Su finalidad consiste en demostrar que esta entidad corresponde a la descrita como *D. frappieri* de la región Indo Pacífica, además de proporcionar los elementos que caracterizan a esta especie para el litoral del Pacífico mexicano y que permitirán la comparación futura con otras poblaciones, en lugares y tiempos diferentes.

MATERIAL Y METODO

Area de estudio y trabajo de campo

Para la preparación del presente escrito se utilizaron ejemplares recolectados durante el periodo 1986 a 1994, en diez localidades situadas en la porción tropical del litoral Pacífico de México (ejemplares marcados como UAMIZ y FEZA en el Cuadro 1). El material biológico fue tomado al azar de poblaciones establecidas en la porción alta de la zona mesomareal y depositado en bolsas de plástico debidamente etiquetadas. Estas bolsas se colocaron en una hielera de poliuretano, con hielo seco, para su congelación y traslado al laboratorio.

Cuadro 1. Datos referentes a las muestras analizadas en el presente estudio. Las fases reproductivas anotadas son las de mayor frecuencia.

localidad	fecha	fase reproductiva	ambiente	ejemplares	colector
Baja California Sur					
La Paz (24°09')	Dic., 1979	f6	Intermareal,	5258 ENCB superior	Chávez
¹ Cabeza Ballena (22°54')	Nov., 1946	f2	Intermareal,	1408012 UC superior	Dawson
Sinaloa					
Mazatlán (23° 05')	Junio, 1952	f2	Intermareal, expuesto	98803 UC	Dawson
	Oct., 1970	f6	Sin información	3458 ENCB	Tirado

Cuadro 1. Continuación.

localidad	fecha	fase reproductiva	ambiente	ejemplares	colector
Jalisco					
Careyes (19° 26')	Sept., 1992	f2	Intermareal, expuesto	s/n UAMIZ	Pedroche et al.
Tenacatita (19° 15')	Sept., 1992	f5	Intermareal, expuesto	s/n UAMIZ	Pedroche et al.
Islas Revillagigedo					
Isla San Benedicto (19° 18')	Nov., 1953	f2	Intermareal, expuesto	98720 UC	Dawson
Colima					
Playa La Audiencia (19° 06')	Sept., 1992	f3	Intermareal, expuesto	s/n UAMIZ	Sentíes et al.
Michoacán					
Mezcalhuacán (18° 20')	Abril, 1984	f1	Supramareal, expuesto	s/n UAMIZ	Dreckmann
	Sept., 1986	f3	Supramareal, expuesto	504 UAMIZ	Pedroche y Sentíes
Maruata (18° 15')	Sept., 1986	f5	Supramareal, expuesto	503 UAMIZ	Pedroche
Las Peñas (18° 00')	Sept., 1986	f5	Supramareal, expuesto	502; 505 UAMIZ	Pedroche y Sentíes; Dreckmann
Guerrero					
Zihuatanejo (17° 37')	Julio, 1966	f2	Sin información	3039 ENCB	Nájera y Pérez
	Agosto, 1993	f2	Poza de marea	325 FEZA	Avila et al.
	Sept., 1963	f5	Rompiente	525 ENCB	Chávez
	Sept., 1966	f6	Sin información	2150 ENCB	Nájera y Pérez

Cuadro 1. Continuación.

localidad	fecha	fase reproductiva	ambiente	ejemplares	colector
	Oct., 1990	f4	Intermareal, expuesto	245 FEZA	Avila et al.
	Nov., 1966	f5	Sin información	473052 UC	Nájera y Pérez
Petatlán (17° 31')	Julio, 1973	f2	Supramareal, expuesto	3033 ENCB	Cruz, C.
Pto. Escondido (17° 16')	Sept., 1986	f2	Supramareal, expuesto	92, 93 FEZA	Avila y García
	Junio, 1987	f4	Supramareal, expuesto	142 FEZA	Avila et al.
	Oct., 1990	f1	Supramareal, expuesto	243 FEZA	Avila et al.
	Abril, 1991	f1	Supramareal, expuesto	258 FEZA	Avila y García
	Julio, 1991	f4	Supramareal, expuesto	272, 274 FEZA	Avila y García
	Agosto, 1993	f6	Supramareal, canal de corriente	323 FEZA	Avila y García
	Enero, 1994	Ausente			
	Mayo, 1994	f2	Supramareal, expuesto	s/n FEZA	Avila et al.
	Nov., 1994	f5	Supramareal, expuesto	s/n FEZA	Avila et al.
	Dic., 1994	f1	Supramareal, expuesto	s/n FEZA	Girón, F.
Acapulco (16° 50')	Mayo, 1958	f3	Rompiente	1343 ENCB	Castañeda, R.
	Nov., 1993	f1	Sin información	2148 ENCB	Esquivel, J.

Cuadro 1. Continuación.

localidad	fecha	fase reproductiva	ambiente	ejemplares	colector
	Nov., 1963	Vegetativo	Sin información	473053 UC	Esquivel, J.
Oaxaca					
Puerto Angel (15° 40')	Agosto, 1992	f2	Supramareal, expuesto	s/n FEZA	Avila et al.
² San Agustín (15° 50')	Jul.-Sept., 1842	f1	Sin información	32094 LD	Liebmann Tipo!
Huatulco (15° 51')	Agosto, 1992	f3	Supramareal, expuesto	288, 296, 297 FEZA	Avila et al.
	Nov., 1994	f2	Supramareal, expuesto	s/n FEZA	Avila et al.

f1. talos vegetativos; f2. diferenciación de ramas carpogoniales y espermatangiales; f3. inicio de células gonimoblásticas; f4. filamentos gonimoblásticos; f5. carposporofitos; f6. carposporas maduras. ¹. Identificado como *Nemalion virens*; ². Material tipo de *Nemalion virens*.

Trabajo de laboratorio y análisis de muestras

El material recolectado se dejó descongelar a temperatura ambiente y parte de él se fijó en formol (neutralizado con borato de sodio) a 4% preparado con agua de mar y 5% de glicerina. Otros talos fueron herborizados para su incorporación a los herbarios UAMIZ y FEZA.

Para tener presente un mayor número de muestras, se revisó material ficológico procedente de los herbarios ENCB y UC (Cuadro 1); asimismo se analizaron especímenes provenientes de la región del Indo Pacífico para establecer comparaciones (Cuadro 2). El estudio de los organismos se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones de Pedroche (1991), quien enfatiza el empleo de toda la serie de características morfoanatómicas y reproductivas que han sido usadas por diversos autores para la descripción de la entidad biológica y que representan el punto de partida para la diagnosis global y posterior comparación entre los diversos elementos presentes en una flora.

De esta manera, los atributos referentes al análisis macroscópico fueron: a) dimensiones del talo, b) color, c) textura, d) tipo de ramificación y e) diámetro de las ramas. A nivel microscópico: a) tipo de crecimiento, b) grosor de la corteza, b) diámetro de la médula, c) forma y dimensiones de las células corticales, d) longitud del pelo subapical y e) forma y dimensiones de las células subcorticales. Por lo que respecta a los elementos reproductivos se observó: a) longitud de ramas espermatangiales, b) dimensiones de los

espermacios, c) longitud de las ramas carpogoniales, d) longitud del tricógino, e) dimensiones de las células iniciales del gonimoblasto y f) forma y dimensiones de las carposporas.

Mediante cortes transversales efectuados manualmente en las ramas terminales y utilizando la disgregación del talo por presión, previo tratamiento con una solución a 1% de ácido hidrocórico por intervalos de 5 a 10 min, según recomendaciones de Papenfuss (1946), se elaboraron preparaciones semipermanentes montadas en gelatina glicerinada con cristal violeta, azul de anilina o lugol. Las observaciones se realizaron con un microscopio Reichter (Diastar), las fotografías fueron tomadas con película T-Max, ISO 100, Kodak 35 mm. Los dibujos se hicieron con la ayuda de una cámara clara.

Cuadro 2. Muestras utilizadas en la comparación de las poblaciones mexicanas con las del Indo-Pacífico.

localidad	fecha	fase reproductiva	ambiente	ejemplares	colector
Taiwan	Marzo 1971	Vegetativo	Sin información	MICH 71177	Chiang
	Junio 1978	Vegetativo	Intermareal rocoso, expuesto	MICH 78004	Chiang
Viet Nam Dawson		Febrero 1953	Vegetativo expuesto	Supramareal,	MICH 11272
Sri Lanka (Ceylán)	1862	Gametofito masculino	Sin información	MICH 93a	Harvey
Islas Seychelles	Oct. 1964	Gametofito femenino	Litoral rocoso	MICH 3B-2	Wynne

El registro sistemático de todos los datos y las diversas visitas a la costa, efectuadas en diferentes meses permitieron relacionar la época del año con la presencia/ausencia de talos y de la fase reproductiva en las poblaciones, así como con la existencia de elementos epifíticos o endofíticos. De la misma manera fueron asentados algunos datos sobre el ambiente en el que se encontraban los ejemplares (Cuadro 1).

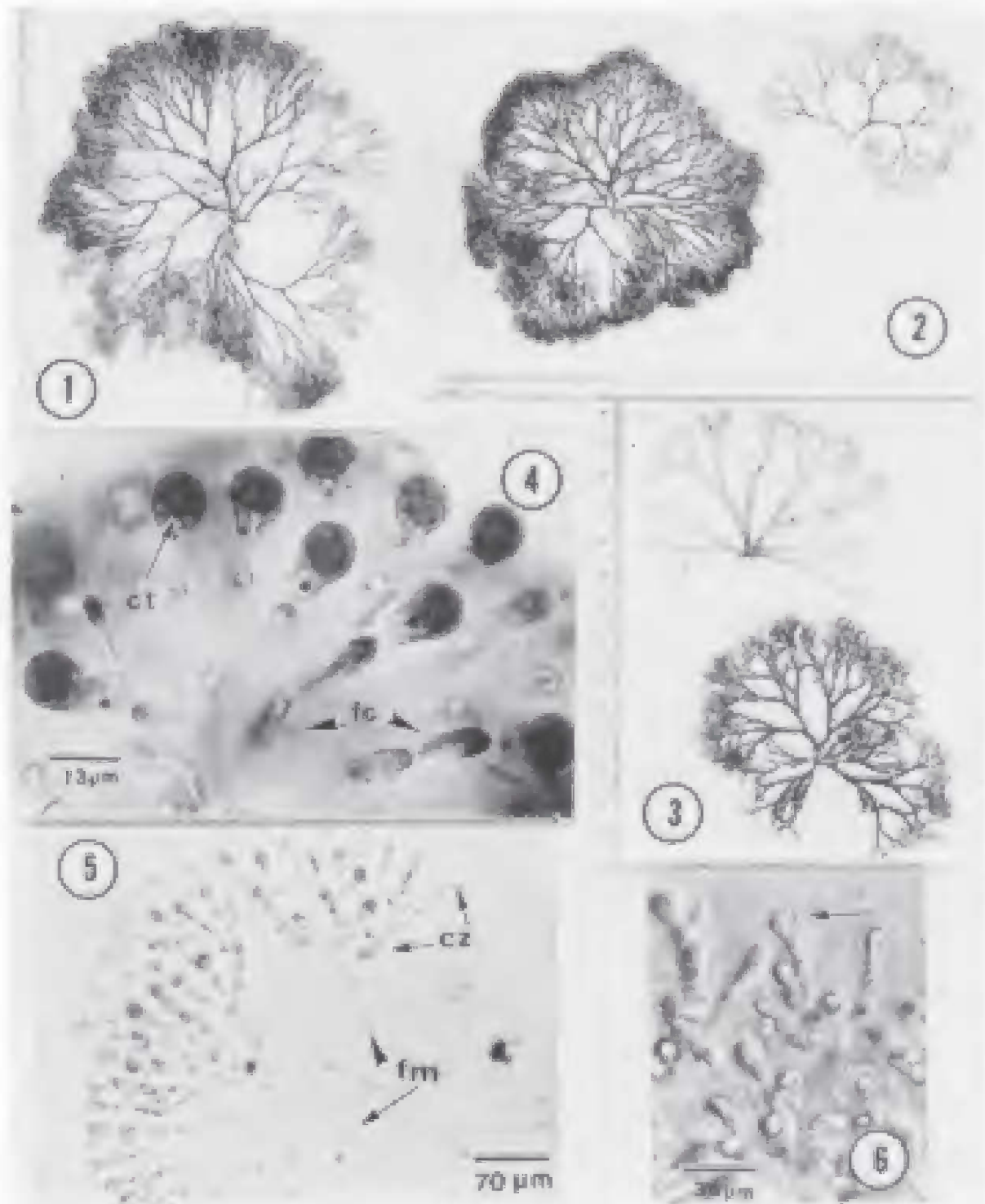
RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización e historia de vida

Descripción del talo. Talo robusto, erecto y lubricoso, de hasta 8 cm de altura, cilíndrico, se ramifica abundantemente desde su base de manera dicotómica a subdicotómica, adelgazándose gradualmente hacia el ápice (Figs. 1-3). El diámetro de las ramas terminales varía de 329 a 986 μm y alcanza en las porciones medias hasta 2 mm.

Se fija firmemente al sustrato mediante un disco basal y su coloración varía de verde a marrón en la base, tornándose purpúrea hacia el ápice; algunos individuos presentan color verde a todo lo largo, en este caso se trata por lo general de talos juveniles.

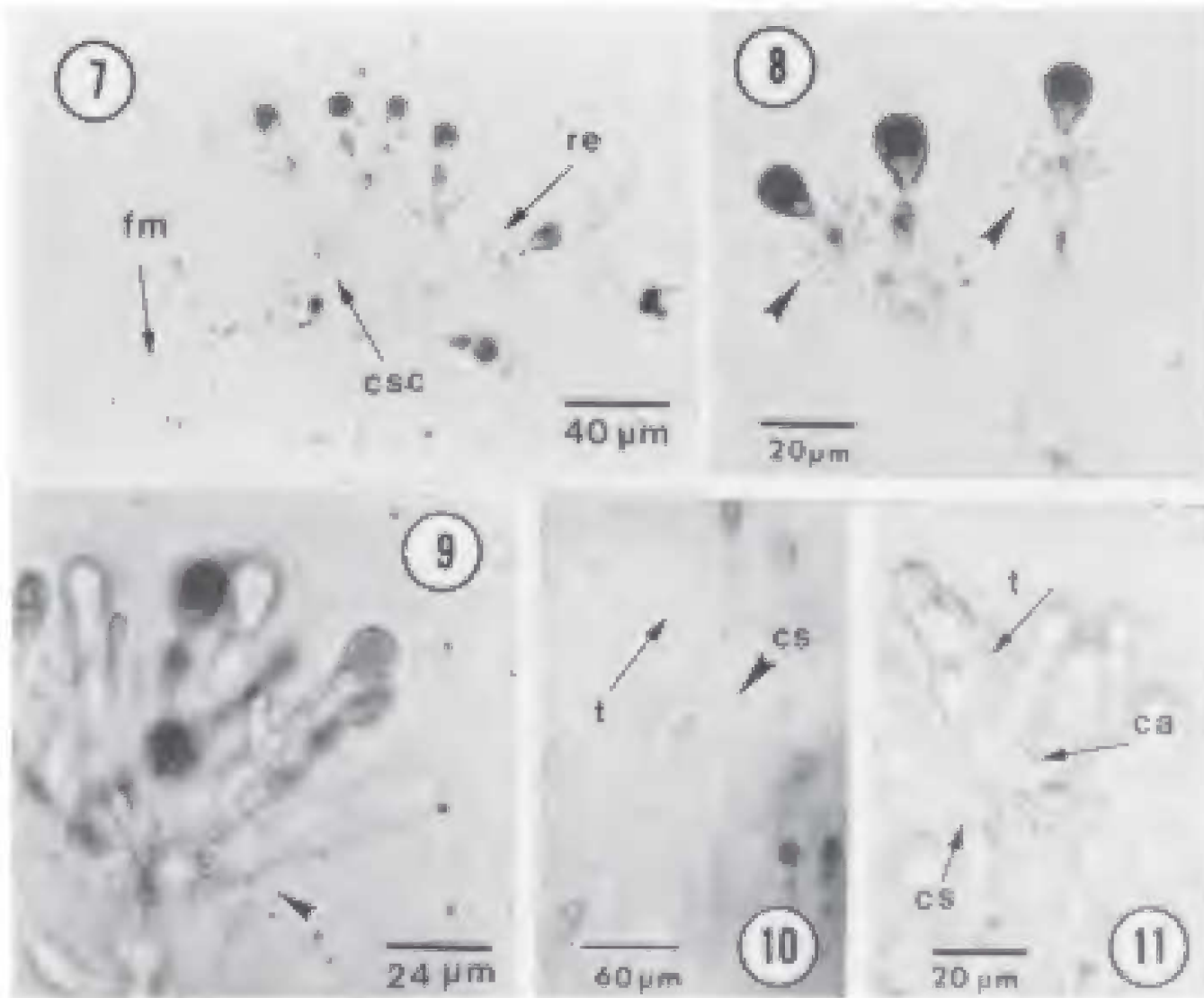
Construcción interna del talo. Estructura multiaxial, diferenciándose: corteza, subcorteza y médula (Fig. 4). Los cromatóforos son estrellados con pirenoides como en muchas otras especies del orden (Pueschel, 1990). La corteza tiene un grosor de 29-72



Figs. 1-6. Morfología y anatomía de *Dermonema* en el Pacífico mexicano. 1. Talo masculino; 2. Talo femenino; 3. Talo vegetativo; 4. Organización interna del talo; 5. Filamentos medulares y células corticales; 6. Origen subapical del pelo. fc. filamentos de la corteza; ct. células terminales; fm. filamentos medulares (médula); cz. corteza.

μm y está constituida por filamentos subdicotómicos, cuyas células varían en tamaño y forma, las terminales o externas son piriformes, de 10-27 μm de largo por 7-14 μm de ancho, rodeadas de abundante mucílago. Las que se encuentran debajo de éstas, tienden a ser subcilíndricas, todas ellas bien pigmentadas (Fig. 5). De la segunda célula (subapical) del filamento cortical, se deriva un pelo que puede alcanzar hasta 96 μm de longitud (Fig. 6), el cual emerge de la superficie del talo. Las células subcorticales son incoloras y de forma irregular, con una longitud de 22-37 μm y ancho de 12-27 μm , de ellas se derivan filamentos no pigmentados que integran la zona medular cuyo diámetro alcanza 290-956 μm (Fig. 4).

Espermatangio. En los gametofitos masculinos los filamentos espermatangiales se originan a partir de la célula subapical, tienen una longitud de 10-19 μm , y portan espermacios terminales ovoides de aproximadamente 2 μm de ancho por 4 μm de largo (Figs. 7-8).

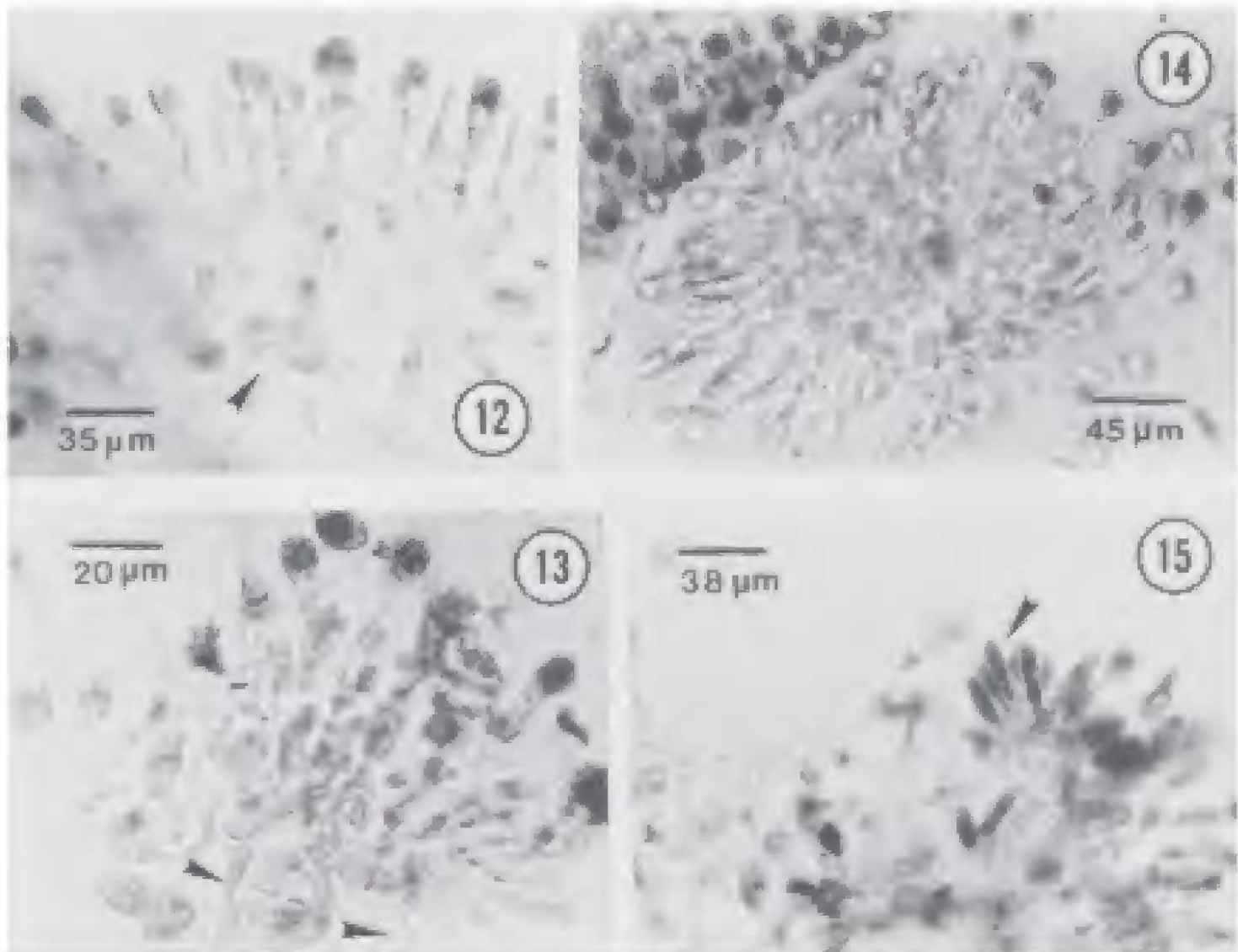


Figs. 7-11. Estructuras reproductoras previas a la fecundación. 7. Filamentos corticales portando ramas espermatangiales; 8. Ramilletes de espermacios; 9. Inicio de una rama carpogonial; 10. Rama carpogonial completamente desarrollada; 11. Detalle de la rama carpogonial. fm. filamento medular; csc. célula subcortical; re. rama espermatangial; es. espermacio; t. tricógino; ca. carpogonio; cs. célula de soporte.

Ramas carpogoniales. Los gametofitos femeninos originan ramas carpogoniales laterales a partir de los filamentos corticales. Estas poseen una longitud aproximada de 39 μm y están constituidas por tres células de contenido denso, con un diámetro entre 12 y 14 μm (Fig. 9). La primera célula (carpogonio) se continúa con una proyección o tricógino, con longitud promedio de 16 μm (Figs. 10-11), que emerge de la superficie del talo. Sólo se produce una rama carpogonial por cada célula de soporte.

Gonimoblasto. El carpogonio fecundado da lugar a una protuberancia lateral de la cual se inicia el gonimoblasto. Las células iniciales muestran un contenido celular denso, granuloso, tienen 14 μm de diámetro en su mayoría y están inmersas entre los filamentos corticales (Fig. 12); posteriormente se dividen originando 3 ó 4 filamentos simpodiales más o menos paralelos a la corteza, denominados filamentos gonimoblásticos (Fig. 13).

Carposporofito y carposporas. De los filamentos del gonimoblasto derivan ramas erectas cuyos ápices se convertirán en carposporangios y a su vez en carposporas, tal y como lo menciona Guiry (1990). El carposporofito destaca entre los filamentos corticales



Figs. 12-15. Estructuras reproductoras posteriores a la fecundación. 12. Inicio de gonimoblasto; 13. Filamentos gonimoblásticos, inmersos en la corteza; 14. Carposporofito en ramillete; 15. Carposporas maduras.

a manera de ramillete (Fig. 14), las carposporas son terminales, de forma oblongo lanceolada (sensu Font Quer, 1953) a ovoide estrecha, y miden 22-27 μm de largo por 7-12 μm de ancho (Fig. 15). Estos datos coinciden con lo encontrado por Hommersand y Fredericq (1990). Las carposporas originarán la fase tetrasporofítica, que no se vio en el presente estudio, pero que de acuerdo con observaciones realizadas en miembros de la misma familia, corresponde a un talo filamentoso, morfológicamente semejante al de *Acrochaetium* (West y Hommersand, 1981). A su vez las tetrasporas germinarán en un estadio protonemal monosifónico, del cual derivarán los talos multiaxiales, masculinos o femeninos (Umesaki, 1972), completando de esta manera la historia de vida (Fig. 16).

Aparentemente, existe un dimorfismo sexual basado en la abundancia de ramificación, que a primera vista da la apariencia, en los talos femeninos, de plantas muy frondosas y laxas, mientras que los masculinos se muestran rígidos y con menor grado de ramificación. Cabe mencionar que en los talos masculinos se observó frecuentemente gran abundancia de endófitos del orden Acrochaetiales.

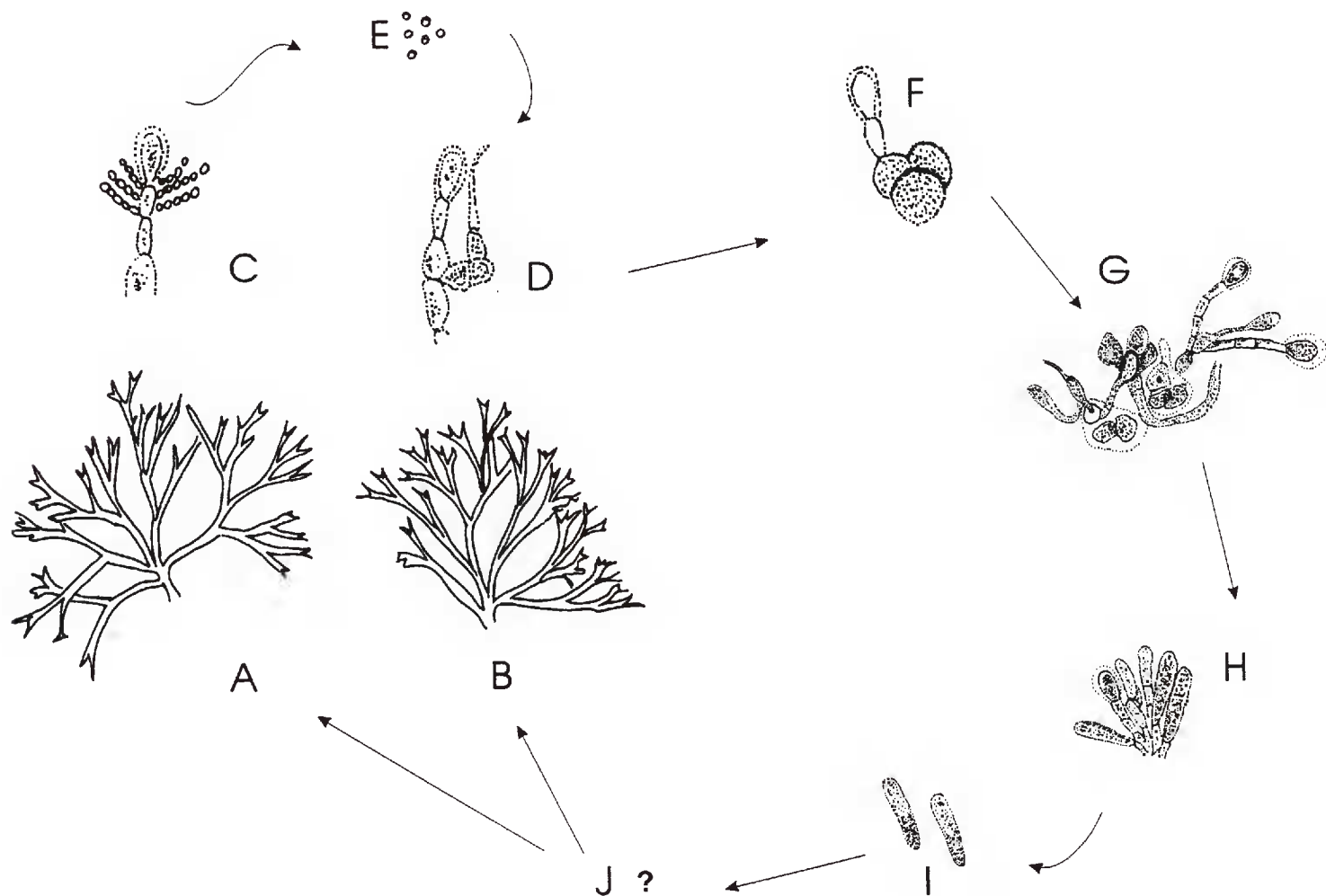


Fig. 16. Generalización esquemática de la historia vital de *Dermonema*. A. Gametofito masculino; B. Gametofito femenino; C. Espermatangios; D. Rama carpogonial; E. Espermacios; F. Primeras etapas de postfecundación; G. Formación de filamentos gonimoblásticos; H. Parte del carposporofito; I. Carposporas; J. Supuesta fase acroquetial (no observada en el presente estudio).

Estacionalidad de fases

Puesto que existen traslapes y falta corroborar información para algunos meses, las etapas de desarrollo en *Dermonema* en el litoral del Pacífico mexicano pueden circunscribirse, de manera preliminar y general, en: **ausente**, de enero-marzo (observaciones personales y falta de ejemplares de herbario recolectados en febrero y marzo); **talos vegetativos**, presentes en abril; **la maduración de gametofitos** (diferenciación de ramas carpogoniales y filamentos espermatangiales) se inicia en mayo y se mantiene constante hasta el mes de septiembre. Simultáneamente y como consecuencia de lo anterior, parte de las poblaciones muestra fases diferentes de **posfertilización: inicio de células gonimoblásticas**, las primeras plantas que presentan esta etapa se dan en mayo, pero no existen de junio a julio para reaparecer en agosto y septiembre; **desarrollo de filamentos gonimoblásticos**, esta fase se mantiene de mayo a septiembre, aunque la mayor incidencia se registra en junio y julio. La culminación del proceso se presenta en el mes de septiembre, en el que dominan las plantas que han formado **carposporofitos** y algunas de ellas inclusive inician la **maduración de carposporas**, la cual se mantiene hasta diciembre.

Aparentemente pasan cinco meses, desde el inicio de las primeras fases de reproducción hasta la maduración de las primeras carposporas. Si se observa la figura 17, en octubre se vuelven a presentar talos vegetativos y en noviembre se dan nuevamente las primeras etapas de maduración alternadas con las últimas, seguramente de las poblaciones que iniciaron el evento con anterioridad. El proceso parece interrumpirse a finales de diciembre, desapareciendo los talos gametofitos y dando paso, teóricamente,

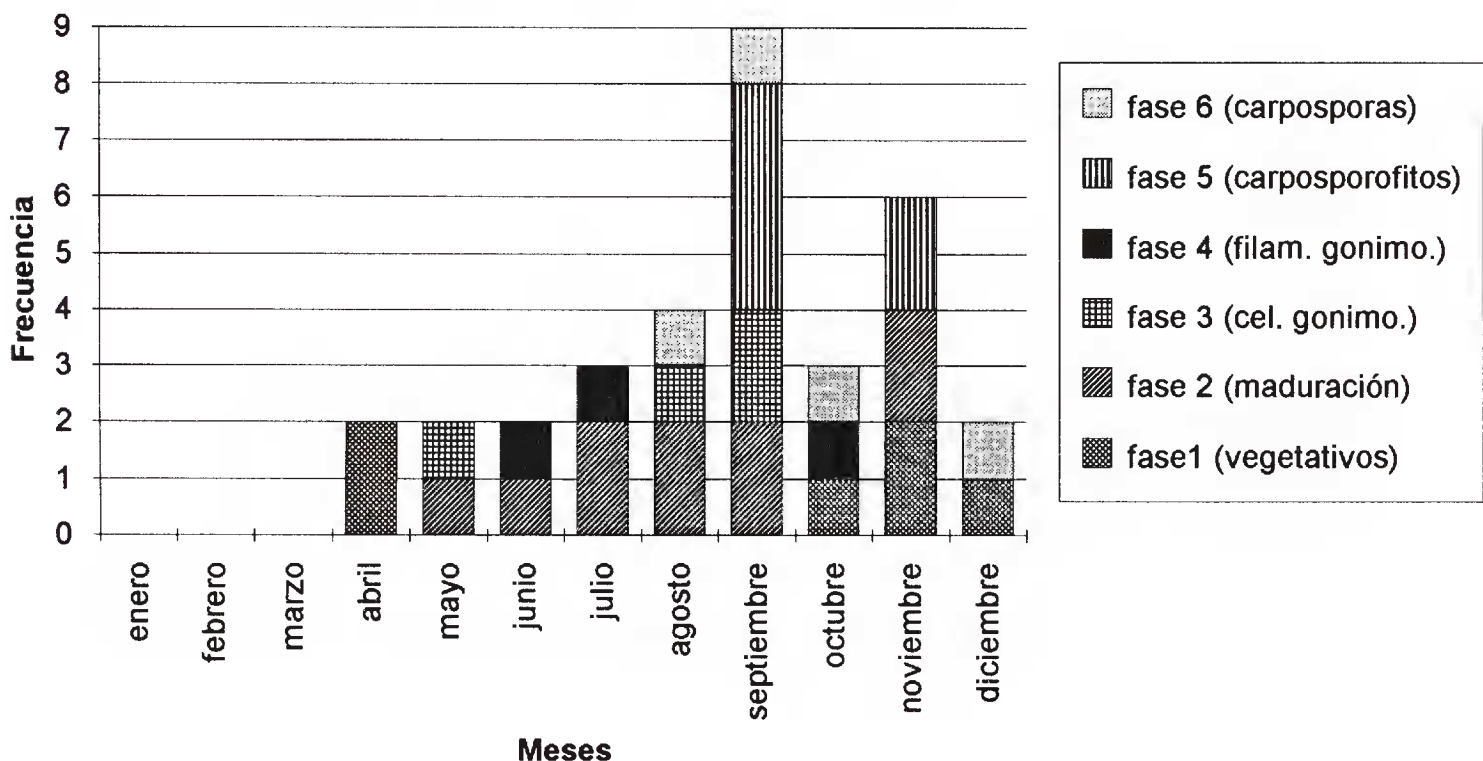


Fig. 17. Frecuencia de las diversas fases a lo largo de un año. Se han incorporado las diferentes localidades del litoral Pacífico mexicano. Las fases corresponden a las mencionadas en el Cuadro 1.

a la fase filamentososa. Esto puede deberse, como ha sido comprobado para otras especies, a los cambios en temperatura y fotoperiodo, y de tal suerte *Dermonema* experimenta la reacción a los días cortos (Lüning, 1990). Si graficamos el comportamiento de una sola población (Fig. 18), es más o menos apreciable la existencia del o de los ciclos suspendidos por la presencia de las condiciones invernales adversas para los gametofitos.

Como se mencionó al inicio de la presente sección y se anota también en la leyenda del Cuadro 1, para dicha generalización se han considerado las etapas observadas con mayor frecuencia en determinada fecha, lo cual significa que pueden existir sectores de la población en fases avanzadas o retardadas; una muestra de ello son los meses septiembre-noviembre en la figura 18. Estos datos preliminares deberán ser corroborados con estudios extensivos en el campo y en el laboratorio, algunos de ellos ya en desarrollo.

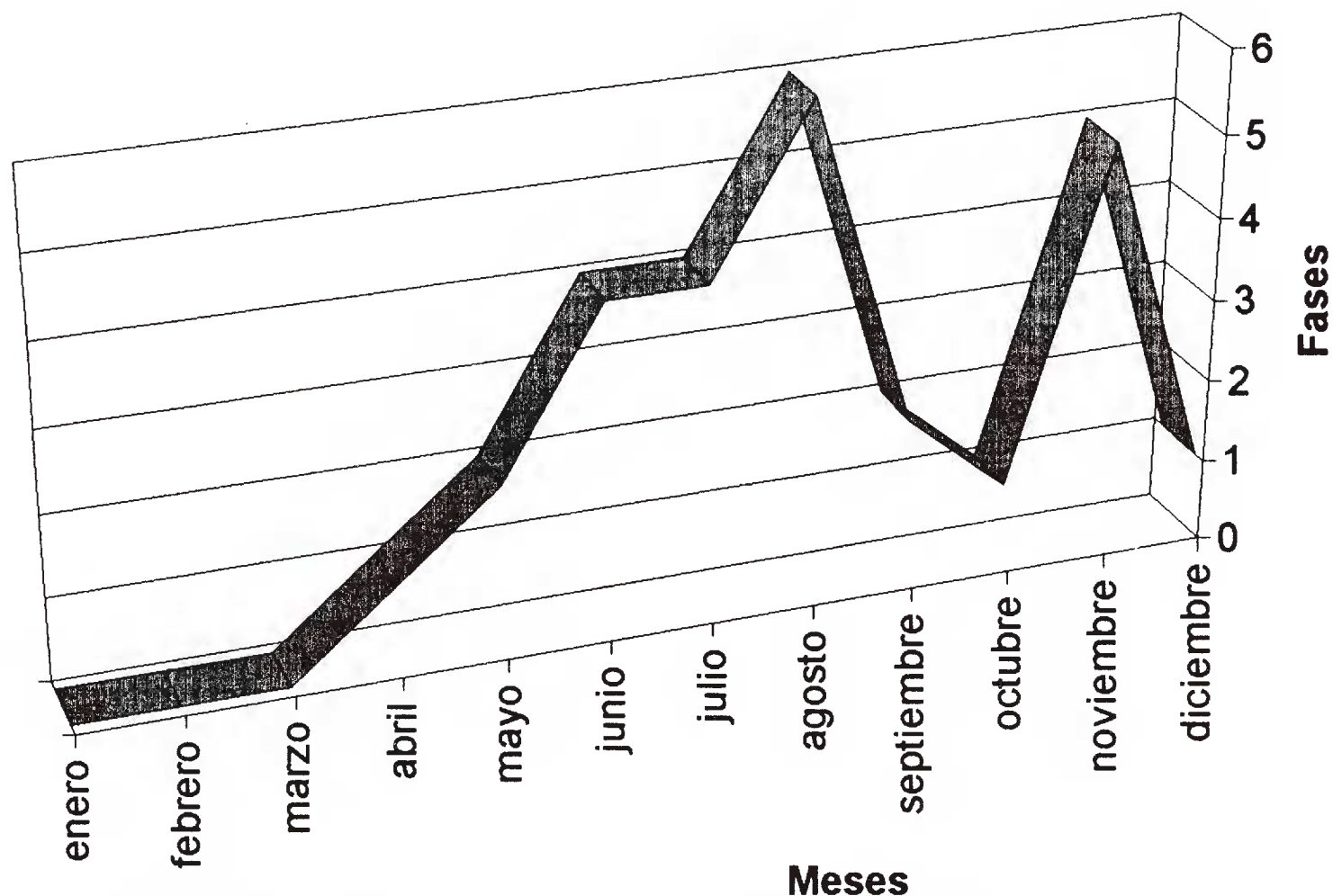


Fig. 18. Comportamiento reproductivo de la población de Puerto Escondido, Gro. Las fases corresponden a las mencionadas en el Cuadro 1.

Ambiente

Dermonema habita la zona mesomareal alta, sobre sustrato rocoso, con fuerte exposición al oleaje e insolación, formando una franja continua y homogénea de fácil observación, integrada únicamente por talos de esta especie. Se detectaron epífitas (Ectocarpaceae y Acrochaetiaceae) en abundancia de julio a septiembre.

Distribución en México

Este género se establece principalmente en los sectores del litoral pacífico mexicano en que prevalecen aguas cálidas [isotermas 20°C en invierno y 25°C en verano (Briggs, 1974)]. Su distribución actual va de la porción media del Golfo de California (Isla Idefonso) a la costa sur de Oaxaca (Puerto Angel) (Fig. 19; Cuadro 1).

CONSIDERACIONES FINALES

La observación y el registro de estos datos han permitido brindar un panorama más completo, aunque no final, de la morfología, reproducción, habitat, estacionalidad y distribución de los representantes del género *Dermonema* en México. Todos ellos comprueban que las plantas presentes en las costas de este país son similares a las de la costa asiática conocidas como *D. frappieri*, comprobándose una vez más la similitud entre algunos elementos del litoral pacífico mexicano con los de la flora del extremo opuesto de este océano, tanto en la región templada como en la porción tropical. Otros ejemplos



Fig. 19. Distribución actual conocida de *Dermonema* en el litoral pacífico de México.

de esta vinculación son las especies *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan, *Chnoospora implexa* J. Agardh, *Halimeda discoidea* Decaisne, *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh, *Pachydietyon coriaceum* (Holmes) Okamura, *Lomentaria hakodatensis* Yendo, *Codium hubbsii* Dawson y *C. latum* Suringar (Dawson, 1960; Silva, 1962; Lüning, 1990).

El análisis de los pocos ejemplares disponibles del área que limita con la región cálido-templada, en el Golfo de California, revela diferencias en la talla total, textura, coloración y ausencia de elementos reproductivos. Estas características deben ser estudiadas en un número mayor de ejemplares, con material fresco y más abundante para decidir, si simplemente se trata de la variación propia de poblaciones que crecen en el límite de su área de distribución, o si es posible encontrar elementos que permitan su separación como un taxon independiente.

Durante el desarrollo del presente estudio nos llamó la atención la identidad de un ejemplar recolectado por Dawson (1953, p. 36) en Cabeza Ballena, Baja California y que el mencionado autor denominó *Nemalion virens* J. Agardh. Este material fue revisado (UC 1408012) comprobándose que pertenece al género *Dermonema*. *Nemalion virens* fue originalmente descrito por J. Agardh (1847, p. 8) para San Agustín, una localidad situada entre Salina Cruz y Puerto Angel en el estado de Oaxaca. Boergesen (1942, p. 27) realizó un "examen superficial" de un isotipo depositado en Copenhague (C) y no pudo localizar estructuras reproductoras, pero a su juicio la composición anatómica correspondía a *Nemalion*. El único registro de *N. virens* diferente al de la localidad tipo es el arriba mencionado. Como resultado de esto, se revisó el material tipo de tal especie llegando a la decisión que *Dermonema frappieri* y *Nemalion virens* son coespecíficos, por lo que procedemos a establecer la combinación nomenclatural ***Dermonema virens*** (J. Agardh) Pedroche et Avila Ortíz, **comb. nov.** (basónimo: *Nemalion virens* J. Agardh, Öfver. Förh. Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. 4:8. 1847). La historia nomenclatural del género *Dermonema* se discute en Silva, Basson y Moe (1996).

Dermonema virens, como especie tropical y confinada a la franja mesomareal alta, se encuentra sujeta a periodos de exposición solar prolongados, recibiendo intensidades de luz ultravioleta (UV) muy altas, mayores aún que otras especies de algas rojas de aguas someras. Recientemente se ha detectado la existencia de algunos compuestos denominados MAAs (ácidos amino-micosporínicos) que absorben UV disminuyendo los daños que esta radiación puede causar en los tejidos (Gleason, 1993). Los estudios realizados en algas, sobre este particular, se reducen a algunos cuantos (Carreto et al., 1990; Lesser y Stochaj, 1990; Karentz et al., 1991; Garcia-Pichel et al., 1993; Stochaj et al., 1994) y pudiera ser que *Dermonema*, con la talla y la abundancia que alcanza en los meses de verano, represente una alternativa de estudio y extracción de dichos compuestos.

Preliminarmente y en colaboración con el Dr. Ulf Karsten (Max-Planck Institute), se ha podido detectar la presencia del ácido amino-micosporínico denominado shinorine (334nm), en una concentración que varía de 34.2 ± 1.7 (= 1.58 mg/g DW) en plantas procedentes de Puerto Escondido a 54.3 ± 6.4 (= 2.6 mg/g DW) en las de San Agustín, Oaxaca. Análisis comparativos posteriores, entre áreas más o menos sombreadas y aquellas totalmente expuestas a los rayos del sol, podrían explicar estas diferencias.

Finalmente, nos gustaría enfatizar que el estudio de las estructuras y procesos de reproducción ha abierto y puede abrir muchas más alternativas en la comprensión de la situación taxonómica y filogenética de los representantes de la ficoflora mexicana y explicar,

en muchas ocasiones, los fenómenos de distribución, dispersión y permanencia de diversas especies. El conocimiento de su fenología y fases reproductivas permitirá su cultivo y con ello el entendimiento del papel que juegan en el mantenimiento del balance estructural y funcional de los sistemas costeros, su potencial de recuperación y quizá su capacidad de explotación y utilización.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la ayuda de las siguientes personas: Dr. Paul C. Silva, Dr. John A. West, Dr. Michael J. Wynne, Dra. Marilza Cordeiro Marino, quienes con sus comentarios y ayuda bibliográfica facilitaron la conformación de este escrito. Asimismo al Dr. Ramón Riba y a los M. en C. Kurt Dreckmann y Abel Sentíes por sus atinadas observaciones al manuscrito inicial. Muy importante fue la colaboración de los alumnos de la Carrera de Biología de la FEZ y de los profesores Esther García, M. Carmen Salgado, Elia Roldán y Eloy Solano en las salidas de campo. También agradecemos la cooperación de los encargados de herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN, de la colección de algas de la Facultad de Estudios Superiores-Zaragoza, UNAM, del Herbario de la Universidad de Michigan, USA, por el material facilitado y en especial al Dr. Per Lassen por permitirnos el examen del ejemplar tipo depositado en el Herbario de la Universidad de Lund. El revelado e impresión del material fotográfico fue realizado por el Sr. Jorge Lodigiani. El presente trabajo se realizó gracias al apoyo económico de la División de CBS de la UAM-I a través del proyecto CBS 147.03012. La ayuda de la OEA y del CONACyT permitió al primer autor el análisis de los especímenes depositados en UC. Los comentarios y sugerencias de revisores anónimos mejoraron notablemente el contenido de este escrito.

LITERATURA CITADA

- Abbott, I. A. 1976. *Dotyophycus pacificum* gen. et sp. nov., with a discussion of some families of Nematiales (Rhodophyta). *Phycologia* 15: 125-132.
- Abbott, I. A. 1985. A review of the present system of classification in the red algal order Nematiales. Second Int. Phycol. Congr. Abstr. Copenhagen, p. 3 [resumen].
- Abbott, I. A. y M. S. Doty. 1964. Studies in the Helminthocladiaceae, III. *Liagoropsis*. *Pacific Sci.* 18: 441-452.
- Agardh, J. G. 1847. Nya alger från Mexico. *Öfver. Förh. Kongl. Svenska Vetensk.-Akad.* 4: 5-17.
- Boergesen, F. 1937. Contributions to a south Indian marine algal flora-II. *J. Indian Bot. Soc.* 16: 311-357.
- Boergesen, F. 1942. Some marine algae from Mauritius III. Rhodophyceae. Part I. Porphyridiales, Bangiales, Nematiales. *Biol. Meddel. Kongel. Danske Vidensk. Selsk.* 17(5): 1-63.
- Briggs, J. C. 1974. *Marine zoogeography*. McGraw-Hill Co. New York. 475 pp.
- Candelaria, S. C. 1985. Caracterización de la ficoflora de la localidad de Puerto Escondido, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 170 pp.
- Carreto, J., M. Carignan, G. Daleo y S. DeMarco. 1990. Occurrence of mycosporine-like amino acids in the red-tide dinoflagellate *Alexandrium excavatum*: UV-photoprotective compounds?. *J. Plankt. Res.* 12: 909-922.
- Chaugule, B. B. y K. D. Bodas. 1991. Morphological variability in *Dermonema frappieri* from Malvan. *Indian Bot. Reporter* 10: 10-14.

- Chávez, M. L. 1972. Estudios de la flora marina de la Bahía de Zihuatanejo y lugares adyacentes. Memorias IV Congreso Nacional de Oceanografía. México, D.F. pp. 265-271.
- Chiang, Y. M. 1971. Observations on the development of spermatangia in some genera of the Helminthocladiaceae. *Phycologia* 10: 163-167.
- Dawson, E. Y. 1953. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 1. Bangiales to Corallinaceae subf. Corallinoideae. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 17(1): 1-239.
- Dawson, E. Y. 1954a. Notes on tropical Pacific marine algae. *Bull. S. Calif. Acad. Sci.* 53: 1-7.
- Dawson, E. Y. 1954b. The marine flora of San Benedicto island, Mexico, following the volcanic eruption of 1952-1953. *VIII Congr. Int. Bot. [Paris, 1954], Rapp. et Commun.* 17: 157-158.
- Dawson, E. Y. 1954c. The marine flora of Isla San Benedicto following the volcanic eruption of 1952-1953. *Allan Hancock Found. Publ., Occas. Pap.* 16. 25 pp.
- Dawson, E. Y. 1959. Marine algae from the 1958 cruise of the *Stella Polaris* in the Gulf of California. *Los Angeles County Mus. Contrib. Sci.* 27. 39 pp.
- Dawson, E. Y. 1960. A review of the ecology, distribution, and affinities of the benthic flora. *Symposium: The biogeography of Baja California and adjacent seas. Part II. Marine biotas. Syst. Zool.* 9: 93-100.
- Desikachary, T. V. 1961. *Cumagloia* Setchell et Gardner and *Dermonema* (Grev.) Harv. *J. Indian Bot. Soc.* 41: 132-147.
- Flores Maldonado, M. C. 1986. Patrón de distribución de la ficoflora de las plataformas de Santa Elena, Oax., México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 82 pp.
- Font Quer, P. 1953. *Diccionario de Botánica*. Ed. Labor. Barcelona. 1244 pp.
- Fragoso, T. D. 1991. Ficoflora de la localidad de Caleta de Campos, Mich. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 144 pp.
- García-Pichel, F., C. Wingard y R. Castenholz. 1993. Evidence regarding the UV sunscreen role of a mycosporine-like compound in the cyanobacterium *Gloeocapsa* sp. *Appl. Environm. Microbiol.* 59: 170-176.
- Gleason, D. F. 1993. Differential effects of ultraviolet radiation on green and brown morphs of the Caribbean coral *Porites astreoides*. *Limnol. Oceanogr.* 38: 1452-1463.
- González-González, J. 1993. Comunidades algales del Pacífico tropical. In: Salazar Vallejo, S. I. y N. E. González (eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México, D.F. pp. 420-443.
- Guiry, M. D. 1990. Sporangia and spores. In: Cole, K. M. y R. G. Sheath (eds.). *Biology of the red algae*. Cambridge University Press. Nueva York. pp. 347-376.
- Heydrich, F. 1894. Beiträge zur Kenntniss der Algenflora von Ost-Asien, besonders der Insel Formosa, Molukken- und Liu-kiu-Inseln. *Hedwigia* 33: 267-306.
- Hommersand, M. H. y S. Fredericq. 1990. Sexual reproduction and cystocarp development. In: Cole, K. M. y R. G. Sheath (eds.). *Biology of the red algae*. Cambridge University Press. Nueva York. pp. 305-346.
- Huerta, L. 1978. Vegetación marina litoral. In: Rzedowski, J. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México, D.F. pp: 328-340.
- Huerta, L. y M. L. Chávez. 1966. Presencia de vitamina B₁₂ en algunas algas marinas de las costas de México. *Anales Esc. Nac. Ci. Biol.* 15: 9-22.
- Huerta-Múzquiz, L. y C. Mendoza-González. 1985. Algas marinas de la parte sur de la Bahía de la Paz, Baja California Sur. *Phytologia* 59: 35-56.
- Karentz, D., F. Mceven, M. Land y W. Dunlap. 1991. Survey of mycosporine-like amino acid compounds in Antarctic marine organisms: potential protection from UV exposure. *Mar. Biol. (Berlin)* 108: 157-166.
- Kraft, G. A. 1981. Rhodophyta: morphology and classification. In: Lobban, C. S. y M. J. Wynne (eds.). *The biology of seaweeds*. Blackwell. Nueva York. pp. 6-51.

- Kraft, G. A. 1989. *Cylindroxis rotundatus* gen. et sp. nov. and its generic relationships within the Liagoraceae (Nemaliales, Rhodophyta). *Phycologia* 28: 275-304.
- Kylin, H. 1956. Die Gattungen der Rhodophyceen. CWK Gleerups Forlag. Lund. 673 pp.
- Lesser, M. y W. Stochaj. 1990. Photoadaptation and protection against active forms of oxygen in the symbiotic prokaryote *Prochloron* sp. and its ascidian host. *Appl. Environm. Microbiol.* 56: 1530-1535.
- León-Tejera, H. y J. González-González. 1994. New reports of macroalgae from the coast of Oaxaca, México. *Bot. Mar.* 37: 491-494.
- Lüning, K. 1990. Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology. Wiley Interscience. Nueva York. 527 pp.
- Mateo-Cid, L. E. y A. C. Mendoza-González. 1991. Algas marinas bénticas de la costa del estado de Colima, México. *Acta Bot. Mex.* 13: 9-30.
- Mendoza-González, A. C., L. E. Mateo-Cid y L. Huerta-Múzquiz. 1994. Algas marinas bentónicas de Mazatlán, Sinaloa, México. *Acta Bot. Mex.* 27: 99-115.
- Nguyen, H. D. 1986. Species et formae algarum marinarum novae e Vietnam septentrionali. *Nov. Syst. Nizsh. Rast. [Bot. Inst. Akad. Nauk SSSR]* 23: 79-85.
- Papenfuss, G. F. 1946. Structure and reproduction of *Trichogloea requienii*, with a comparison of the genera of Helminthocladiaceae. *Bull. Torrey Bot. Club* 73: 419-437.
- Pedroche, F. F. 1991. Análisis de especies algales marinas en los litorales mexicanos. Propuesta de una estrategia de estudio. *Hidrobiológica* 1: 49-55.
- Pueschel, C. M. 1990. Cell structure. In: Cole, K. M. y R. G. Sheath (eds.). *Biology of the red algae*. Cambridge University Press. Nueva York. pp. 8-41.
- Schmitz, F. y P. Hauptfleisch. 1896. Helminthocladiaceae. In: Engler A. y K. Prantl (eds.). *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. I. Teil, Abt. 2. Leipzig. pp. 327-335.
- Serviere-Zaragoza, E., J. González-González y D. Rodríguez-Vargas. 1993. Ficoflora de la región de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. In: Salazar Vallejo, S. I. y N. E. González (eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México, D.F. pp. 475-485.
- Silva, P. C. 1962. Comparison of algal floristic patterns in the Pacific with those in the Atlantic and Indian oceans, with special reference to *Codium*. In: *Proc. Ninth Pacific Sci. Congr. [Bangkok, 1957]*. Vol. 4. Bangkok. pp. 201-216.
- Silva, P. C. 1993. Report of the Committee for algae: 1. *Taxon* 42: 699-710.
- Silva, P. C., P. Basson y R. Moe. 1996. Catalogue of benthic marine algae of the Indian Ocean. University of California Press. (en prensa).
- Stochaj, W., W. Dunlap y J. Shick. 1994. Two new UV-absorbing mycosporine-like amino acids from the sea anemone *Anthopleura elegantissima* and the effects of zooxanthellae and spectral irradiance on chemical composition and content. *Mar. Biol. (Berlin)* 118: 149-156.
- Stout, I. y K. M. Dreckmann. 1993. Macroalgas bentónicas de Faro de Bucerías, Michoacán, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México, ser. Bot.* 64: 1-23.
- Svedelius, N. 1939. Anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Studien über die Florideengattung *Dermonema* (Grev.) Harv. *Bot. Noti.* 1939: 21-39.
- Umezaki, I. 1972. The life histories of some Nemaliales whose tetrasporophytes were unknown. In: Abbott, I. A. y M. Kurogi (eds.). *Contributions to the systematics of benthic marine algae of north Pacific*. Japanese Society of Phycology. Kobe. pp. 231-242.
- West, J. A. y M. Hommersand. 1981. Rhodophyta: Life histories. In: Lobban, C. S. y M. J. Wynne (eds.). *The biology of seaweeds*. Blackwell. Nueva York. pp. 133-193.
- Yoshizaki, M. 1978. Morphology and taxonomy of the Japanese representatives of the Nemaliales 2. Thallus structure and reproductive organs of *Dermonema dichotomum* and *D. pulvinatum*. *J. Jap. Bot.* 53: 17-25.
- Yoshizaki, M. 1987. The structure and reproduction of *Patenocarpus paraphysiferus* gen. et sp. nov. (Dermonemataceae, Nemaliales, Rhodophyta). *Phycologia* 26: 47-52.